

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»

Географо-биологический факультет

Кафедра биологии, экологии и методики их преподавания

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРЕСТОЦВЕТНЫХ И
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАНИЙ О НИХ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ
БИОЛОГИИ**

Выпускная квалификационная работа

Квалификационная работа
допущен к защите
Зав. кафедрой
Н.Л.Абрамова

Исполнитель:
Туев Константин Витальевич
обучающийся БИО-1501

Дата подпись

подпись

Научный руководитель:
А.П. Дьяченко,
д-р биол. наук, профессор
кафедры биологии, экологии и МП

Екатеринбург 2019

Содержание

Введение.....	2
Глава 1. Биологические особенности и видовое разнообразие представителей семейства Крестоцветные.....	5
1.1.Общая характеристика семейства Крестоцветные.....	5
1.2.Морфологические признаки и анатомия растений.....	6
1.3.Опыление и его особенности.....	9
1.4.Особенности отдельных триб.....	14
1.5.Ареал семейства крестоцветных.....	16
Глава 2. Значение крестоцветных в природе и для человека.....	20
Глава 3. Методическая разработка комбинированного урока по теме «Семейство Крестоцветные».....	29
3.1. Использование знаний о крестоцветных в разделе «Растения» школьного курса биологии.....	29
3.2. Методика проведения комбинированного урока.....	29
3.2.1. Лекция «Семейство Крестоцветные».....	30
Заключение.....	49
Список литературы.....	51
Приложение.....	55

Введение

Крестоцветные (капустные) – уникальные растения, которые из-за их особенностей и специфического строения применяются в самых различных сферах–человеческой деятельности. В состав некоторых растений входят вещества, придающие остроту или сильный запах, в составе других сера, витамины и масла. Область применения растений данного семейства огромна, так же как количество их видов и ареал.

Многие капустные окультурены. Их выращивают и используют в пищу (капуста, репа, брюква, хрен, редис, горчица), в качестве декоративных (левкой, маттиола), масличных (рапс, горчица), кормовых (турнепс) и медоносных (сурепка) культур. Целебные свойства крестоцветных применяются в народной медицине. Некоторые капустные являются сырьём для получения лекарственных препаратов, так, для терапии ревматизма, ишиаса и подагры применяют горчичники, при мышечных болях, растяжениях связок, вывихах и ревматизме втирают горчичный спирт [9]. Однако ряд дикорастущих крестоцветных наносит существенный ущерб сельскому хозяйству, как сорняки.

Таким образом, семейство крестоцветных имеет огромное значение как в природе, так и для человека. Тем не менее, в школьной программе уделяется мало внимания этой группе растений и ее особенностям. Для устранения этого недостатка нами разработан ряд дополнительных занятий по изучению растений семейства крестоцветных. С этой целью детально изучен раздел «Растения» в наиболее популярных учебниках по биологии для 6 класса — В. В. Пасечника, И.Н. Пономаревой и Т.С. Сухова, подобраны темы, где можно применить знания по семейству крестоцветных. Перечисленные учебники интересны тем, что предполагают активную учебную деятельность школьников. При организации и планировании занятий для обучающихся учитываются возрастные особенности шестиклассников: любознательность, наблюдательность, интерес к

динамическим процессам, предметно-образное мышление, быстрое овладение умениями и навыками, эмоциональная возбудимость. Курс обучения носит развивающую и практическую направленность.

Целью данной работы является рассмотрение биологических особенностей семейства крестоцветных и использование этих знаний в школьном курсе биологии. Для достижения данной цели поставлены следующие задачи:

- Изучить литературу по данной теме, используя ресурсы научных библиотек и интернета.
- Выделить особенности преподавания данной темы.
- Разработать собственные учебные занятия по теме «Семейство Крестоцветные».

Объект исследования: процесс обучения биологии.

Предмет: изучение темы «Семейство Крестоцветные».

Глава 1. Биологические особенности и видовое разнообразие представителей семейства крестоцветные

1.1. Общая характеристика семейства крестоцветные

К семейству крестоцветные (альтернативное название – капустные) принадлежит около трех тысяч видов, известными представителями являются горчица, сердечник, репа, хрен, салат и другие овощи и зелень, а также многие сорняки, например, пастушья сумка и сурепка [1].

Крестоцветные – это в основном многолетние, двулетние и однолетние травянистые растения. В данном семействе могут встретиться полукустарнички, а также несколько видов кустарников.

Первой из множества биологических особенностей капустных является то, что они представлены монокарпичными растениями, видами, которые цветут и плодоносят всего один раз в жизни, а после созревания семян отмирают [5].

Второй биологической особенностью крестоцветных является то, что в семействе часто можно встретить двулетние растения.

Следующая биологическая особенность заключается в том, что у всех крестоцветных цветок состоит из четырех чашелистиков и лепестков, шести тычинок и одного пестика. Плод у капустных представлен стручком или стручочком, отличающихся по размеру и форме.

Семена насыщены маслами и распространяются в основном ветром. К капустным с плодом в виде стручка относятся сурепка, редька, капуста, в виде стручочка — ярутка полевая, пастушья сумка, вайда красильная, свербига восточная и др.

У Крестоцветных листья с сетчатым типом жилкования, стержневая корневая система с ярко выраженным главным корнем с боковыми корнями. Цветки обычно собраны в соцветия типа кисть (рис. 1 в прилож.).

Особенностью многих капустных является способность к самоопылению, которое происходит из-за различных неблагоприятных

климатических особенностей и при отсутствии насекомых-опылителей [5].

1.2. Морфологические признаки и анатомия растений

Среди особенностей вегетативной системы можно выделить простые очередные листья, имеющие разную степень рассечения и без прилистников. Встречаются также цельные пластинки листа. В вегетативных органах растений часто можно встретить идиобласты, которые содержат мирозин [3].

В семенах и вегетативных органах характерно накопление:

1. Алкалоидов – большой группы природных соединений, которые представляют собой преимущественно гетероциклические азотистые основания. Значение алкалоидов для растений, до сих пор полностью не изучено. Очевидна их защитная функция от поедания животными. Известно также о том, что алкалоиды участвуют в регуляции роста растений.
2. Гликозидов – сложных эфироподобных органических веществ, которые состоят из двух частей: гликона – (углеводной части) и агликона – (неуглеводного фрагмента). Так, во всех частях растения желтушника раскидистого содержатся сердечные гликозиды (в семенах и цветках – до 6%, в листьях – 1,0-1,5%, а в стеблях — 0,5-0,7%). Гликозид эримицин имеет широкий спектр терапевтических действий, не обладает кумулятивными свойствами и оказывает успокаивающее действие на центральную нервную систему [34].
3. Жирных и эфирных масел.

Существенным таксономическим признаком крестоцветных является характер опушения вегетативных и генеративных органов. Наблюдаются различные типы волосков: железистые, простые, ветвистые, вильчатые (мальпигиевы) и т.д.

Общий план строения цветка семейства однообразен, отличия только в размерах и окраске лепестков венчика.

Цветки актиноморфные, обоеполые, с двойным околоцветником,

двучленные. Чашечка состоит из четырех свободных чашелистиков, они расположены в два круга и плотно прижаты к лепесткам во время цветения. Чашелистики внутреннего круга, по положению трансверсальные, в основании могут находиться углубления для скопления нектара. Венчик состоит из четырех отдельных, чаще желтых или белых, изредка розовых или фиолетовых лепестков, которые занимают промежутки между чашелистиками. Лепестки чаще всего имеют длинные ноготки и расположены в один круг (возможно, они появились в результате расщепления двух зачатков лепестков). У некоторых видов лепестки немного отличаются по размерам, тогда венчик слегка зигоморфный [30].

Андроцей представляет собой шесть тычинок, расположенных в два круга, у двух тычинок более короткие нити, располагаются в трансверсальной плоскости симметрии цветка и образуют собой внешний круг. Во внутреннем круге располагаются четыре более длинных тычинки, которые размещены двумя парами, чередующимися с тычинками наружного круга, их нити более длинные. У основания тычинок часто находятся нектарники.

Гинецей паракарный, образованный из двух трансверсально расположенных и сросшихся краями плодолистиков с продольной перегородкой. Они делят полость завязи вертикально на два гнезда. Завязь верхняя. Рыльце сидячее или располагается на столбике, двулопастное или головчатое. Семяпочек в основном несколько, закреплены вдоль швов [32].

Часть морфологов рассуждает, что у крестоцветных четыре плодолистика, два из которых формируют створки плода, они стерильные и не способствуют развитию семяпочек, а другие два плодущие. Из последних образуется рамка с ложной перегородкой в виде пленки, которая сохраняется в плоде [24].

Согласно этим сведениям, общий план строения цветка капустных можно записать формулой: $*K_{2+2}C_4A_{2+4}\underline{G_{(2)}}$ (рис. 2 в прилож.)

Выше околоцветника на цветоложе размещены нектарники, которые у разных представителей отличаются по внешнему виду. Формируются

нектарники в основном рядом с короткими тычинками, но могут и около медианных, в таком случае возможно их слияние в единое кольцо.

Прицветников и прицветничков у цветка нет, обычно они собраны в простые или сложные кисти. В начальный период цветения соцветие принимает форму щитка, а после отцветания прибавляет в длине и образует форму кисти [7].

Стручок является основным типом плода у крестоцветных. Изредка у стручков имеется носик – верхняя часть завязи, у которой нет семяпочек. Вскрывается стручок двумя створками, на плодоножке остается рама из краев из сросшихся краев плодолистиков. На раму натянута ложная перегородка, несущая семена. У небольшого числа крестоцветных стручок потерял способность к раскрытию и владеет невскрывающимися, полностью опадающими плодами, у других плодов имеется способность образовывать односемянные членики за счет разломов. У таких капустных стручки имеют членистый характер. У некоторых представителей семейства количество семян в плоде сократилось до одного и плод изменился в односемянной стручочек [14].

Поддерживая один план строения цветка, эволюция капустных проходила по линии изменений плода. Из типичного для семейства стручка, сформировался стручочек, длина которого не больше его ширины или превосходит ее не более чем в три раза. Стручочки подразделяют на два рода – створки у одних немного выпуклы и самая большая ширина стручочка совпадает с шириной внутренней перегородки, (широкоперегородчатые стручочки). У других створки резко выпуклые и наибольшая ширина стручочка совпадает с плоскостью перпендикулярной перегородке (узкоперегородчатые стручочки). Они тоже могут вскрываться двумя створкам, но у большого количества крестоцветных либо являются невскрывающимися орешковидными (свербига – *Bunias*) либо членистыми (катран – *Crambe*) стручочками [19].

Иногда встречаются крестоцветные с четырьмя или двумя тычинками,

есть представители, у которых больше шести тычинок. Порой тычинки внутреннего круга попарно срачиваются основаниями, мало когда лепестки отсутствуют. Попарное расположение тычинок внутреннего круга, их срастание и процесс формирования этих тычинок, во время которого на месте каждой пары развивается один, затем двоящийся бугорок, позволяют предположить, что у предков крестоцветных внутренний круг включал в себя два медианных микроспорофилла, в дальнейшем расщепившиеся вдоль. У крестоцветных нет специализированных приспособлений к перекрестному опылению – обычна диогогамия [6].

Большое таксономическое значение для крестоцветных имеет характерное для каждого вида строение плода [20]. (рис. 3 в прилож.)

1.3. Опыление и его особенности

Опыление у капустных перекрестное, но может быть и самоопыление. Основные опылители: мухи, пчелы и шмели, отдельные виды опыляются в ночное время при помощи бабочек, например, левкой (*Matthiola*) или вечерница (*Hesperis*).

Для пчел привлекательны растения с ярким запахом и цветом. Мухи взаимодействуют обычно с крестоцветными имеющими маленькие и неприглядные цветки [26].

Привлечение насекомых осуществляется также за счет цветовых контрастов, которые изредка появляются в процессе цветения и плодоношения. У некоторых видов с ничем непримечательными мелкими цветками, например, у веснянки (*Erophila*), мелкие белые лепестки начинающих плодоносить нижних цветков соцветия не опадают, а расширяются вдвое и прижимаются к незрелым плодам фиолетового окраса. Так создается ореол вокруг цветков, которые только начинают распускаться. У ярутки полевой (*Thlaspi arvense*) чашелистики отцветающих цветков желтеют. У видов иберийки (*Iberis*) выразительность проявляется благодаря большим наружным лепесткам краевых цветков соцветия, подобное можно

встретить у многих зонтичных. У некоторых видов *гулявника* (*Sisymbrium*), *бурачка* (*Alyssum*), *зубянки* (*Dentaria*) такой эффект проявляется из-за цветков, лепестки которых уже с завязавшимися плодами не осыпаются, а прибавляют в размере, благодаря чему привлекают насекомых к другим, только распускающимся цветкам.

Для крестоцветных характерна дихогамия – раздельное во времени проявление противоположных половых признаков, что обеспечивает растениям перекрестное опыление. Для большей части видов семейства присуща протогиния — более раннее по сравнению с тычинками созревание пестиков. Протандрия, более раннее созревание тычинок по отношению к пестикам, встречается лишь изредка [14].

Капустные могут самоопыляться, если перекрестное опыление невозможно из-за сильной жары, обильных дождей или дефицита опылителей.

Комбинированное опыление встречается у таких видов, как *горчица полевая* (*Sinapis arvensis*) или *сердечник луговой* (*Cardamine pratense*). В начале цветения пыльники длинных тычинок поворачиваются кнаружи, в связи с чем их пыльца не может оказаться на рыльце собственного пестика, но может прилипнуть к бокам насекомых-опылителей, пролезающих глубоко в цветок к основанию тычинок за нектаром. Бывают такие обстоятельства, когда рыльце не опыляется чужой пыльцой, в таком случае к окончанию цветения его опыляют короткие тычинки, достигшие к этому времени одного уровня с рыльцем [33].

В плохую погоду, когда опылителей нет, пыльники длинных тычинок не отворачиваются и сами опыляют рыльце своего цветка.

Среди капустных попадают такие виды, у которых в начальный период цветения тычинки откидываются кнаружи, а потом восходят, из-за чего пыльники приближаются к рыльцу и опыляют его [14].

У *брайи альпийской* (*Braya alpina*), *кресс-салата* (*Lepidium sativum*), *чесночника черешкового* (*Alliaria petiolata*) в начале цветения все тычинки

располагаются ниже рыльца, но затем четыре из них увеличиваются и сталкиваются пыльниками с рыльцем, однако только одна тычинка укладывает пыльцу на свое рыльце, остальные пыльники раскрываются позже, что позволяет сберечь пыльцу для перекрестного опыления [22].

Существуют еще примеры, когда у одних видов одного и того же рода наблюдается преимущественное распространение перекрестного опыления, а у других самоопыление. К самоопылению способна ярутка альпийская (*Thlaspi alpina*), так как к завершению цветения тычинки склоняются над рыльцем. А ярутка горная (*T. montana*) в основном перекрестноопыляющаяся, потому что у большей части растений тычинки не достают до рыльца. Резуха Констанца (*Arabis constancii*) является примером растения с только перекрестным опылением. Рыльца у растения вылезают из почки до распускания цветка, а потом, когда тычинки достигают его уровня, рыльце отворачивается от них таким образом, что уже не может быть опылено их пыльцой. Шанс самоопыления у таких растений исключается еще и биохимической несовместимостью поверхности рыльца и пыльцы – собственная пыльца не может прорасти. В то же время, в семействе крестоцветных числятся растения только лишь самоопыляющиеся. В их число входят ни разу не посещаемые опылителями виды австралийского рода стенопеталум (*Stenopetalum*), у которых порой возможно образование клейстогамных цветков. Такое устройство обуславливается суровыми условиями Южной и Западной Австралии, которые иногда являются неблагоприятными для опыления. У австралийского растения - геококкуса крошечного (*Geococcus pusillus*) все цветки клейстогамные. Продолговатые, устремившиеся вниз цветоножки позволяют им прятаться в землю и уже там формировать плоды. У бразильского сердечника марьелистного (*Cardamine chenopodiifolia*) кроме цветков верхушечного соцветия образуются клейстогамные цветки, зарывающиеся в землю – это является примером частичной клейстогамии. Клейстогамия может проявляться при сильном увлажнении, например у шильника водяного (*Subularia aquatica*). В случае

повышенной засухи у горчицы полевой опыление протекает в закрытых цветках [3].

Перенос пыльцы благодаря ветру является исключительным процессом у крестоцветных. Встречается у кербеленской капусты (*Pringlea antiscorbutica*). У этой капусты есть увеличенные тычинки, которые выпирают из цветка, сосочки на рыльце увеличены, а соцветие колосовидное – все это помогает растению в процессе ветроопыления. Большое количество растений в семействе Крестоцветных владеют самыми разнообразными приспособлениями для распространения своих семян и плодов, у некоторых видов вздутые или крылатые плоды, у многих видов легкие семена, из-за чего они легко разносятся благодаря ветру. Некоторые растения имеют плоды с выростами в виде крючков, которые позволяют зацепиться за шерсть рядом проходящих животных, которые в дальнейшем переносят их на другие места. Интересный пример - клоповник пузырчатый (*Lepidium vesicarium*) произрастает рядом с муравейниками и распространяется муравьями [14].

У разных видов сердечника семена могут отлетать на длинные расстояние за счет того, что створки их стручков открываются с огромной силой. Еще один вид сердечника способен размножаться вегетативно бурыми луковичками, образующимися в пазухах листьев [5].

Иерихонская роза (*Anastatica hierochuntica*) растет в пустынных областях Западной Азии и севера Африки, плоды у растения созревают только к началу засушливого сезона. Ветви растения уплотняются друг к другу и круглые стручочки оказываются внутри образовавшейся шаровидной формы. В таком виде растение открепляется от корня и начинает перекачиваться. После дождей ветви распрямляются, напоминая раскрывающуюся розу. Для многих капустных, способных проживать в сухой среде, характерно ослизнение семенной кожуры, благодаря чему семена могут прикрепляться к субстрату [14].

У Крестоцветных развиты приспособительные способности, благодаря наличию у одного и того же растения плодов, отличающихся по форме и

свойствам — данное явление называется гетерокарпией. Могут отличаться отдельные части плода, либо плоды целиком. Такое устройство позволяет растениям комбинировать способы распространения и увеличивает возможность прорастания семян при динамичных условиях среды

Примером антропо-, гидро- и анемохории может служить распространение двучленных плодов морской горчицы (*Cakile maritima*) (рис. 4 в прилож.), обитающей на морских побережьях. Обе части плода содержат по одному семени. Верхние членики из-за сильно развитой губчатой ткани хорошо держатся на воде и разносятся морскими течениями. Нижние членики остаются на стеблях, которые после усыхания отрываются от корня и перекатываются ветром. Так как морская горчица часто прорастает рядом с портами, верхние части ее плодов нередко вместе с грузом попадают на суда и разносятся на далекие расстояния. Благодаря такому способу распространения морская горчица растет далеко за пределами Старого Света в Америке и Австралии. Расселению морской горчицы несомненно способствовала ее высокая жизнеспособность. Так в ноябре 1963 г. близ берегов Исландии образовался вулканический остров. Первым сосудистым растением на нем оказалась морская горчица, обнаруженная уже в июле 1965 г. Морскими течениями распространяются также плоды катрана морского (*Crambe maritima*).

Еще один пример гетерокарпии можно рассмотреть у двоякоплодника торчащего (*Diptychocarpus strictus*). Этот маленький однолетник, который распространен в пустынях, развивает стручки трех видов: плоские, верхние, легко раскрывающиеся, после идут трудно раскрывающиеся, которые формируются позже, и в конце — самые нижние стручки с утолщенными створками и перегородками, которые не открываются. У верхних стручков есть крылатые семена, которые распространяются с помощью ветра, тяжело раскрывающиеся стручки долгое время остаются на стебле и лежат вместе с ним. Не открывающиеся стручки осыпаются рядом с материнским растением, и их семена растут только в случае наличия обильных дождей,

когда сгнивают окружающие плотные ткани, при этом незащищенные семена верхних стручков гибнут.

Выраженная гетерокарпия имеется также у двух видов крылоточинника (*Aethionema*) разноплодного (*A. heterocarpa*), у которого нераскрывающимися являются верхние стручки, одногнездные, с крепкими створками, остальные двугнездные раскрываются, и мясистого (*A. carneum*), у которого не раскрываются нижние стручки.

Серпоносик песчаный (*Spirorhynchus sabulosus*), растущий в районе песчаных пустынь, у основания побегов имеет веретеновидные плоды, которые опадают и зарываются в песок. Верхние изогнутые стручки отрываются с помощью ветра, сцепляются друг с другом и затем перекатываются клубками. Подобная картина наблюдается и у вайды Буассье (*Isatis boissieri*).

У крестоцветных может встречаться еще гетерокарпии – амфикарпия, образование на растении и надземных, и подземных плодов. Такая особенность наблюдается у бразильского сердечника марьелистного (*Cardamine chenopodiifolia*) и гетерокарпуса фернандесского (*Heterocarpus fernandezianus*), растущего на островах Хуан-Фернандес. У этих видов, вместе с раскрывающимися стручками верхушечного соцветия развиваются прикорневые клейстогамные цветки, которые зарываются в почву и образуют много односемянных не открывающихся стручков. В неблагоприятные годы надземные соцветия не плодоносят, подземные же плоды созревают в любом случае [14].

1.4. Особенности отдельных триб

Триба телиподиевых (*Thelypodieae*) включается в себя самые примитивные роды крестоцветных. Растут в притихоокеанской части Северной Америки, единственным представителем телиподиевых растущим не на Американском материке является Долгоног (*Macropodium*), живущий на юге Сибири. У многих телиподиевых плоды расположены на гинофоре,

имеются длинные тычиночные нити, вылезавшие из цветка. У Стенлеи (*Stanleya*) самые примитивные черты, своим обликом отражает черты предполагаемого предка крестоцветных [6].

В Америке встречаются еще две трибы крестоцветных: схизопetalовые (*Schizopetaleae*) и кремолобовые (*Cremolobeae*). Из отличительных особенностей у схизопetalовых имеются перисто-рассеченные или бахромчатые лепестки, а у кремолобовых широко или многократно крылатые двойчатые плоды.

Триба гулявниковых (*Sisymbrieae*) представляет основной состав семейства. План строения плодов у трибы сводится к открывающимся и не открывающимся стручкам и стручочкам, с широкой или узкой перегородкой. Основной морфологической областью разновидностей является Ирано-Туранская область, в которой находятся около 80 эндемичных родов.

Представители трибы капустных (*Brassiceae*) имеют двучленные плоды и продольно сложенные семядоли – это отличительная особенность трибы от остальных крестоцветных. Произрастает в основном в Средиземноморье, пустынных районах Африки и юго-западе Азии, на других континентах тоже встречается, но в виде возделываемых растений, либо сорняков.

Триба принглеевых (*Pringleae*) выделяющаяся тем, что в нее входит всего один представитель – кергеленская капуста, которую так называли из-за больших прикорневых листьев, помогающих при лечении цинги. Растет только на субантарктических островах Кергелен и Крозе, находящихся к югу от Индийского океана

Триба хамировых (*Chamireae*) тоже имеет лишь одного представителя – хамиру двулепестниковую (*Chamira circaeoides*), у которой крупные семядоли, сильно увеличивающиеся в размерах и становящиеся больше стеблевых листьев.

Гелиофиловые (*Heliophileae*) – триба, представители которой распространены на юге Африки. Растения данной трибы имеют уникальные семядоли, дважды поперечно сложенные, не встречающиеся у других

представителей крестоцветных. Встречаются растения, у которых стебли древовидной формы.

Стенопеталовые (Stenopetaleae) – триба, распространенная в Австралии и имеющая один род стенопеталон (*Stenopetalon*). Особенность рода состоит в том, что лепестки длинные, нитевидно-линейной формы. Такие лепестки в несколько раз превосходят плотно сжатые чашелистики [14].

1.5. Ареал семейства крестоцветных

Распространение семейства капустных охватывает большую часть Земли, однако виды семейства наиболее часто встречаются в умеренных и холодных областях Северного полушария.

Во флоре нашей планеты семейство представлено примерно 3200 видами, относящимися к 380 родам. В России встречается около 800 видов из 130 родов [29].

Крестоцветные Европейской России представлены 76 родами и 250 видами, из которых в состав естественной флоры входит 60 (79%) родов и 183 (73%) видов, а сорно-рудеральной, или заносной, – 16 (21%) родов (*Armoracia*, *Brassica*, *Carrichtera*, *Chorispora*, *Chrysochamela*, *Coronopus*, *Eruca*, *Euclidium*, *Hirschfeldia*, *Iberis*, *Laevenworthia*, *Lobularia*, *Neslia*, *Rapistrum*, *Sinapis*, *Velarum*) и 67 (27%) видов. Эндемичные роды в пределах флоры отсутствуют [11].

Один род – *Schivereckia* может рассматриваться в качестве субэндемика, западные пределы ареала которого простираются до Украины, Молдавии и Румынии, а основная часть ареала принадлежит Европейской России. Общее число различного статуса эндемичных видов достигает 18, из них эндемиков только пять видов (*Crambe litwinowii*, *Diplotaxis tanaitica*, *Draba insularis*, *Lepidium meyeri*, *Sisymbrium polymorhum* var. *pinnatisectum*), а субэндемиков 13 (*Capsella orientalis*, *Diplotaxis cretacea*, *Draba kjellmanii*, *Erysimum cretaceum*, *E. leptostylum*, *Isatis sabulosa*, *I. taurica*, *Neotorularia rossica*, *Rorippa dogadovae*, *Sameraria cardiocarpa*,

Schivereckia podolica, *Strigosella laxa*, *Thlaspi sarmatica*) [11].

Довольно большое число естественных родов имеет в своем составе заносные виды. Например, род *Lepidium* располагает как некоторым числом естественных для нашей флоры видов, которые занимают ограниченный ареал, так и заметным числом видов, появившихся во флоре достаточно недавно, благодаря деятельности человека. Например: *L. densiflorum*, *L. virginicum*, *L. bonariense*, *L. heterophyllum*. Род *Brassica* на территорию флоры заселялся только благодаря антропогенному фактору, естественные элементы флоры среди представителей данного рода на территории Европейской России отсутствуют. И, наконец, в составе флоры имеются виды, которые в южных ее пределах являются естественными, а в более северных – заносными. К ним относятся, например, *Alliaria petiolata*, *Kibera gallica*, *Lepidium rudemale*, *L. pinnatifidum*, *Camelina sylvestris*, *C. microcarpa*, *Hesperis sibirica*, *H. pycnotricha*, *Crambe tataria*, *Sisymbrium altissimum*, *S. loeselii*, *Erysimum versicolor* и многие др. [11].

Флористическое разнообразие крестоцветных Европейской России во многом сходно с окружающими флорами (флора западной части Восточной Европы, флора Северного, или Российского Кавказа, флора Западной Сибири и флора Фенноскандии), хотя, разумеется, каждая из них имеет свою специфику. Они несут на себе отпечаток не только географического положения и климатических особенностей. На состав крестоцветных заметное влияние оказывает антропогенный фактор в тех местах, где он достаточно хорошо выражен. В первом случае мы имеем дело в основном с естественным становлением состава флоры, во втором – флора обогащается искусственными заносами [11].

Флоры Европейской России и Северного Кавказа (Российского Кавказа) объединяют 58 родов крестоцветных. Среди общих для флор Европейской России и Северного Кавказа имеется заметная группа родов, имеющих в своем составе только заносные виды. К ним относятся 13 родов

(*Armoracia*, *Brassica*, *Coronopus*, *Descurainia*, *Eruca*, *Euclidium*, *Hirschfeldia*, *Lobularia*, *Myagrurn*, *Nasturtium*, *Rapistrum*, *Sinapis* и *Velarum*). Таким образом, только 45 родов имеют естественный ареал, охватывающий как Европейскую Россию, так и Северный Кавказ [11].

Западная часть Восточной Европы, включающая Эстонию, Латвию, Литву, Белоруссию, Украину и Молдову, объединена с Европейской Россией 58 родами – таким же количеством родов, как и с Северным Кавказом. Данная флора является единственной из окружающих, в пределы которой заходит ареал субэндемичного для Европейской России рода *Schivereckia*. Список общих заносных родов количественно и качественно един с Северным Кавказом [11].

47 родов являются общими для Европейской России и Западной Сибири. Из них только шесть родов (*Armoracia*, *Brassica*, *Descurainia*, *Eruca*, *Sinapis*, *Velarum*) относятся к разряду полностью заносных. Количество естественных родов, общих для флор – только 41, что на четыре рода меньше, чем, например, с Северным Кавказом [11].

Фенноскандия флористически объединена с Европейской Россией только 42 родами, что почти на треть меньше, чем с Северным Кавказом. Общих заносных родов в данном случае также на треть меньше, их только 9 (*Armoracia*, *Brassica*, *Coronopus*, *Descurainia*, *Eruca*, *Lobularia*, *Myagrurn*, *Sinapis*, *Velarum*), что на три рода больше, чем с Западной Сибирью [11].

В составе крестоцветных Европейской России и окружающих ее районов отмечены роды, которые обнаружены не более чем в двух сопредельных территориях. Так, род *Aurinia* представлен, кроме Европейской России, еще и во флоре западной части Восточной Европы. *Neotorularia* и *Sameraria* из сопредельных флор можно обнаружить еще только на Северном Кавказе. С Западной Сибирью таких родов четыре: *Achoriphragma*, *Galitzkya*, *Sphaerotorrhiza*, *Tauscheria*. А с Фенноскандией таких родов не обнаружено. Все упомянутые роды на территорию Европейской России заходят небольшими краями своих ареалов. *Aurinia* заходит в Европейскую

Россию с юго-запада, *Neotorularia*, *Tauscheria* и *Sameraria* – с юго-востока, *Achoriphragma* – с северо-востока, *Galitzkya* и *Sphaerotorrhiza* с востока [11].

Общее видовое богатство крестоцветных Европейской России составляет 250 видов. Самой близкой к Европейской России по составу является флора западной части Восточной Европы со 160 (65%) общими видами. Флора Западной Сибири на 1 вид ближе (134 вида – 54%) флоре Европейской России, чем флора Северного Кавказа (132 вида – 53%). Наименьшее значение единства (95 видов – 38%) принадлежит флоре Фенноскандии [11].

Средиземноморскую и Ирано-Туранскую область можно назвать регионами формирования и становления семейства крестоцветных, учитывая тот факт, что в этих областях самое большое видовое и родовое разнообразие крестоцветных [11].

Капустные приспособлены к произрастанию в экстремальных условиях. Некоторые представители рода крупка (*Draba*) встречаются на крайнем севере и могут достигать 5700 м над ур. м.. Другие представители проживают на территории степей и пустынь. Капустные также хорошо распространены в лесах, могут встречаться на увлажненных местах, а порой даже и в воде [4].

Из этого следует, что у крестоцветных не возникает проблем с адаптацией к самым различным местообитаниям и условиям среды.

Глава 2. Значение крестоцветных в природе и для человека.

Крестоцветные имеют огромное хозяйственное значение. Они представлены кормовыми, овощными, масличными и медоносными культурами. Самым известным растением этого семейства является капуста. Это одно из самых важных овощных растений. Раскопки археологов говорят о том, что капуста стала использоваться людьми со времен каменного и бронзового веков. Возделывать капусту начали древние египтяне, греки и римляне. Пифагор очень ценил лечебные и другие полезные свойства капусты и занимался ее селекцией. О.П. Декандоль в 1822 году насчитывал до тридцати сортов, а сейчас это число увеличилось до нескольких сотен. Некоторые исследователи, в том числе и Ч. Дарвин считают, что от капусты огородной (*Brassica oleracea*) произошли все дальнейшие культурные формы капусты, другие же исследователи отмечают возможность происхождения от лесной капусты (*Brassica sylvestris*), другие думают, что современные сорта капусты произошли от средиземноморских видов. Ни одно растение, кроме капусты, за несколько тысяч лет не предоставило человечеству такой огромный материал для отбора.

Наиболее популярна в данное время капуста огородная, чьи сорта и формы в огромных количествах повсеместно выращиваются [23].

Больше всего популярна капуста огородная, которую выращивают во всем мире. Это вид, в процессе селекции дал возможность получить бесчисленное число сортов. Пищевое значение обусловлено ее составом, который отличается в зависимости от сорта: углеводов 5,25 – 8,56%, жиров 0,16 - 0,67% и азотистых веществ 1,27 – 3,78%. Капусту огородную, используют в качестве лекарственного сырья, так как она содержит огромный комплекс витаминов, а также каротин, белки, полисахариды минеральные соли. В медицине сок из листьев капусты используют при лечении язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, гастритов и колитов. Капуста также содержит сульфорафан, который обладает противораковым и

антибактериальным эффектами [28].

Неоспоримы вкусовые качества таких сортов как кольраби, брокколи, цветная капуста (рис. 5 в прилож.). Например, кольраби из-за высокого содержания в мякоти глюкозы и фруктозы является очень ценящимся диетическим продуктом. Стоит упомянуть, что кольраби так же содержит в себе соединения серы, калиевые соли, витамины группы В (1,2), фосфорную и аскорбиновую кислоты, что еще раз доказывает ее полезные свойства и диетическую направленность. Мякоть кольраби содержит витамина С намного больше, чем лимон или апельсин. На вкус же похожа на капустную кочерыжку, но имеет более сочный и сладкий вкус, без жгучего привкуса, как у белокочанной капусты.

Цветная капуста ценится за вкусовые и диетические качества, а благодаря тонкой клеточной структуре, усваивается организмом лучше других сортов культуры. Она наиболее полезна при болезнях желудочно-кишечного тракта и активно используется в детском питании. Цветная капуста содержит антираковые компоненты, а также флавоноид, который укрепляет иммунную систему и снижает риск возникновения заболеваний сердца и инфарктов.

Местные сорта растений ценятся населением отдельных стран. Так, например, в южной и восточной части Азии были окультурены такие растения, как капуста пекинская (*B. pekinensis*) и китайская (*B. chinensis*). [23].

Очень популярными и известными являются редька и редис (*Raphanus sativus*) (рис. 6 в прилож.), репа (*Brassica rapa*) и брюква (*Brassica napus var. napobrassica*). Редис созревает рано, в нем высокое содержание ряда важных для человека витаминов, это привело к тому, что он стал популярен в тех областях, где людям необходимо восстанавливать свой иммунитет после затяжной зимы. Редис так же был одним из первых на Международной космической станции культурным растением, которое было возвращено в космосе. Выбор редиса обусловлен его коротким вегетационный период 30 –

45 дней, а также из-за того, что у редиса съедобны и корнеплод, и листья, из-за чего редис является удобным продуктом питания в космических условиях [5].

Брюква (рис. 6 в прилож.) имеет высокое содержание кальция, за счет этого служит лекарством для больных, которые страдают размягчением костной ткани. У этого растения есть и особенная культурная ценность, например, в швейцарском городе Рихтерсвилль на берегу озера Цюрих в честь этого растения каждый год во вторую субботу ноября проходит праздник под названием Raben-Chilbi. В 8 вечера весь город освещается только фонариками из полых брюкв, на которых вырезаны узоры.

Крестоцветные используются как острые приправы, например, хрен (*Armoracia rusticana*), также он обладает лечебными свойствами и является одним из лучших противоязвенных растений. Еще одним представителем крестоцветных, используемых в качестве острой приправы и ароматизатора, является горчица сарептская (*Brassica juncea*) и черная (*Sinapis nigra*) (рис. 6 в прилож.) [8].

Салатную зелень дает кресс-салат (*Lepidium sativum*) (рис. 7 в прилож.), который выращивают на Кавказе. Его используют как растительное сырье, пряно-вкусовое и лекарственное растение. Свежие листья имеют приятный терпкий, горький и острый вкус, который напоминает хрен или редьку. Кресс-салат можно использовать как лекарственный препарат, он повысит качество пищеварения, сна, окажет противомикробное и мочегонное действие, возбудит аппетит, так же понижает кровяное давление, лечит заболевания дыхательных путей. Его сок применяют как ополаскиватель для горла и при кашле. Благодаря содержанию аскорбиновой кислоты, применяется как противоязвенное средство, а порошок из толченых семян используют как горчишки. [16]

Съедобными являются молодые побеги крестоцветных, растущих в дикой среде, такими являются ложечница (*Cochlearia*), индау (*Eruca sativa*), жеруха (*Nasturtium officinale*), сурепка (*Barbarea vulgaris*), а как овощ в Китае

уже более 100 лет разводят пастушью сумку (*Capsella bursa-pastoris*).

Индау посевной, или рукола (*Eruca sativa*) – съедобное растение, в диком виде произрастает на севере Африки, в Южной и Центральной Европе; в Азии встречается от Малой до Средней Азии и Индии. На территории России растёт в европейской части, предгорьях Кавказа и Дагестане. Выращивается на территории Средиземноморья со времён Римской империи, где она считалась афродизиаком. До 1900-х годов в основном собирали дикорастущую руколу, в массовых масштабах руколу не культивировали, наука практически не изучала её. Обладает богатым, острым вкусом. В основном используют в салатах, а также как овощную добавку к мясным блюдам и пастам. В Италии часто используют при приготовлении пиццы; Используют также в качестве ингредиента для песто в дополнение к базилику. На Кавказе едят молодые побеги и листья. Листья употребляют как приправу к кушаньям в виде салата, молодые побеги едят в свежем виде, семена идут на приготовление горчицы. В индийской медицине семена применяют как раздражающее и противокожнонарывное средство; в народной медицине — при кожных болезнях, сок — при язвах, веснушках, гематомах, мозолях, полипах носа [23].

Молодые листья катрана морского (*Crambe maritima*) (рис. 8 в прилож.), по вкусу похожие на капустные, добавляют в салаты, но особенно ценятся его молодые отбеленные побеги – их готовят подобно спарже: отваривают и подают с соусом бешамель или маслом. Также корнем катрана можно заменить хрен, так как их вкусы похожи. А в средней Азии из корней катрана Кочи (*C. kotschyana*) делают муку, используемую для приготовления лепешек. Порой катран выращивают как декоративное растение для формирования бордюров [13].

Некоторые масличные имеют немалое значение для хозяйства, ими являются такие культуры, как рапс (*Brassica napus var. napus*), горчица сарептская (*Brássica júncea*), горчица черная (*Brassica nigra*), горчица белая (*Sinapis alba*), катран абиссинский (*Crambe abyssinica*), рыжик (*Camelina*

sativa). В умеренных широтах рапс является наиболее урожайным, т.к. его семена содержат в себе более 48% масел. Рапс используется в таких процессах, как закаливание стали, где после обработки масло отлично образует фактис (каучукообразная масса) в процессе вулканизации, далее эту массу применяют при производстве стирательных резинок и так же для того, чтобы смягчить твёрдые каучуки. Далее, масло рапса нашло свое применение не только в сфере производства каучуков, но и в приготовлении некоторых блюд (в том числе и маргарина), задевает мыловаренную, металлургическую, текстильную (в том числе кожевенная) промышленности. Находит применение шрот из рапса в качестве пищевой основы для разнообразных премиксов и комбикормов в сфере животноводства [31].

Рапс являет медоносом, его медопродуктивность составляет до 50 килограмм с гектара посевов. Мед белый, реже желтый. Это один из наименее ценных сортов меда, он непригоден для зимовки пчел. Большое распространение этой культуры за последние годы привело к массовой гибели диких и культурных пчел [32].

Горчица сарептская (рис. 9 в прилож.) – растение травянистое, является однолетним. Юго-Западная часть Азии является его родиной, по крайней мере так считают эксперты. В Российской Федерации наибольшее распространение данный вид получил так же в Юго-Западной части страны, задевая такие области, как Ростовская, Саратовская и т.д. Это одна из масличных культур, которая также является хорошим медоносом, а иногда высевается в качестве зеленого удобрения и на корм молочному скоту. Из-за содержания в жмыхе раздражающих пищеварительные органы веществ (синигрин, глюкозид), он может быть использован в качестве корма скоту только в ограниченных количествах [15].

Горчичное масло находит свое применение в таких областях промышленности как хлебопекарная, где для производства сдобного теста из всех представленных желательно выбирать горчичное (сюда же можно отнести и кондитерскую отрасль), консервная промышленность (для

производства продуктов высшего качества), так же мыловаренная, парфюмерная, текстильная и фармацевтическая промышленности используют в своих технических процессах получения продукта масло горчицы [2].

Одной из самых известных приправ к блюдам, содержащем с себе мясо, или которые являются супом или овощным блюдом является столовая горчица. Данную приправу производят из жмыха семян, которые ранее были обезжирены. Горчичное семя в этом случае молят до порошкообразного состояния и используют как приправу к горячим и холодным блюдам. Активно используются и молодые листья горчицы, которые добавляют в свежем виде в салаты или используют как гарнир. Горчица способствует возбуждению аппетита и увеличивает количество выделения желудочного сока.

Самое известное лекарственное средство из горчицы – горчичники, их изготавливают из порошка жмыха семян. Горчичники используется как согревающее и отвлекающее средство, которое вызывает прилив крови и углубляет дыхание при воспалении легких, невралгиях, для рефлекторного воздействия на функцию кровообращения, при гипертонических кризисах, угрожающем инсульте и стенокардии [18].

Рыжик (рис. 10 в прилож.) – единственное культурное растение среди капустных, дающее полувысыхающее масло. Его применяют при производстве мыла, используют при изготовлении олифы и смазки для тракторов. В США, как жирно-масличное, вводится в культуру лекерелла Фендлера (*Lesquerella fendleri*), семена которой не осыпаются и поддаются уборке комбайном. В засушливых районах может послужить заменой пшеницы. По результатам клинических испытаний рыжиковое масло рекомендовано НИИ питания РАМН для диетического питания при заболеваниях сердечно-сосудистой системы. Исследования показывают, что при ежегодном употреблении 30 граммов рыжикового масла снижается содержание холестерина в плазме крови [25].

В кулинарии рыжиком посевным заправляют салаты, его используют как добавку к готовым блюдам, применяют для приготовления диетических кондитерских изделий. Масло используют также при производстве биодизеля, в парфюмерии и косметике, пищевой промышленности, лакокрасочном производстве [27].

Медоносные и эфиромасличные виды встречаются и среди дикорастущих крестоцветных, например, желтушник (*Erysimum*). Большинство его видов содержат в плодах до 40% жирного масла, которое используют для производства олифы. Большая часть видов желтушника – хорошие медоносы. Некоторые виды содержат эризимилактон, который используют в сердечных препаратах, трава также помогает против судорожного кашля. Желтушник левкойный (рис. 11 в прилож.) является ядовитым, но из него получают препарат «Корезид», который применяется для лечения острой и хронической недостаточности кровообращения. В качестве декоративного садового растения используется лакфиоль (*Erysimum cheir*) (рис. 12, в прилож.), ее группируют на кустистые и неветвящиеся, однобеговые формы. Выращивается для выгонки на срез в теплицах и в открытом грунте. Подобным же образом используется и желтушник оранжевый (*Erysimum perofskianum*) с оранжевыми цветками и желтушник Маршалла (*Erysimum marschallianum*) с темно-желтыми цветками [10].

Пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris*) (рис. 13 в прилож.) – растение-космополит, встречается повсеместно в умеренных и тропических областях земного шара. Растение является медонос, в семенах содержит 20–38% масла, которое применяется в технологических процессах. Молодые листья пастушьей сумки используются в кулинарии – их добавляют в супы, салаты и используют как начинку для выпечки. В Китае пастушья сумка разводится в виде овощного растения на бедных почвах. Старую зелень этого растения добавляют в бульоны, она придает питательность и насыщает вкус. Из вареных листьев готовят пюре. Высушенные и растертые листья добавляют к мясным и рыбным блюдам. На Кавказе после таяния

снега собирают молодые листья, из которых готовят салаты, используют для винегретов и в наварях как шпинат. Зелень этого растения –важный ингредиент острых салатов во Франции. Размолотыми семенами пастушьей сумки заменяют горчицу. Применяется пастушья сумка и в медицине, ее использовали в таких целях еще врачи Древней Греции и Рима, а в Средние века по всей Европе растение применяли для остановки кровотечений. В наше время в медицине многих стран используют траву пастушьей сумки в качестве кровоостанавливающего средства при внутренних кровотечениях. Проводились неоднократные эксперименты на мочегонное и гипотензивное действие лекарств из пастушьей сумки, а также о возможном применении ее для лечения туберкулеза легких. Доказано, что настой из растения обладает положительным терапевтическим эффектом при лечении острого и хронического пиелонефрита. Жмых пастушьей сумки применяется как горчичники, а жидкий экстракт используют при атонии матки. [12]

Технически ценным крестоцветным является вайда красильная (*Isatis tinctoria*) (рис. 14 в прилож.), распространена в степной полосе. Из листьев этого растения получают синий краситель для окраски сукна. Ради этого вайду широко культивировали, особенно во Франции и в Германии. В настоящее время значение этого растения упало в связи с производством синтетических анилиновых красок. Вайда – растение медоносное. [26].

Среди крестоцветных так же известен ряд растений, которые являются сорняками. Ими являются, например, сурепка обыкновенная, дикая редька, гулявник, желтушник левкойный – эти растения имеют в своем строении стручки, а вот теми, которые не имеют, являются некоторые виды рыжика, крупки, так же сюда относится пастушья сумка, икотник и ярутка полевая.

В нашей стране, сорными крестоцветными по большей части являются виды однолетних растений, но они обладают запасами большой энергии размножения семенами, что очень сильно препятствует борьбе с этими видами. Например, одно растение гулявника производит от 5,5 до 105 тысяч семян (зафиксированы случаи, когда количество семян переваливало отметку

в 700 тысяч), далее, пастушья сумка – от 1,5 до 65 тысяч семян в расчете на один экземпляр растения. В случае, если произрастание сорняков имеет массовый характер, то при попадании в почву этого количества в сумме получается огромная величина. Если семена имеют способность сохранять свою всхожесть долгое время и не вступать в фазу роста моментально, то при непринятии каких-либо предупредительных мероприятий поле может быть под большой угрозой засорения. Есть виды крестоцветных (пастушья сумка), которые могут в течении года произвести несколько поколений с семенами. Самым вредным сорняком, который покрывает поля от и до является обыкновенная сурепка (*Barbarea vulgaris*) [10].

Глава 3. Методическая разработка комбинированного урока в составе школьной программы по теме «Семейство Крестоцветные»

3.1. Использование знаний о крестоцветных в разделе «Растения» школьного курса биологии

После изучения учебников В. Д. Пасечника, Н. И. Сониной, С. Г. Мамонтова и Т.С. Сухова был сделан вывод, что тема «Крестоцветные» либо отсутствует в учебной программе, либо она представлена поверхностно и ее можно расширить дополнительной информацией для более целостного понятия и закрепления данной темы у обучающихся, учитывая то, насколько особенными растениями являются крестоцветные.

3.2. Методика проведения комбинированного урока

Проведение урока – важная основа педагогической деятельности. Урок имеет ограничение по времени, и не всегда преподавателю удастся дать информацию, которую он хочет донести до своих учащихся. Разработанные уроки позволяют углубиться в процесс познания предмета, а также обеспечивают расширение кругозора, интересный и познавательный досуг.

В условиях школы такие уроки могут быть использованы, если по школьной программе эта тема не изучается, либо изучается сжато. Также возможно использовать этот материал как дополнительный к школьной программе, если у преподавателя есть желание или необходимость в этом.

Изучение темы разбито на два занятия, в первом рассматривается основная характеристика Крестоцветных, их строение и местообитание. Второе занятие посвящено разнообразию растений и их значению.

Возможны два варианта ведения уроков на тему «Семейство Крестоцветные», первый вариант предполагает, что тему не проходят в школе вообще и тогда тема будет разделена на два занятия, а во втором варианте действия уже меняются в связи с тем, что тему уже в какой-то

степени проходили или проходят на данный момент. В таком случае используется только второе занятие.

3.2.1. Комбинированный урок по теме «Семейство Крестоцветные»

При проведении комбинированного урока по теме «Семейство Крестоцветные» предполагается устное изложение учебного материала с применением наглядных материалов. Такой урок является расширяющим, в ходе него учащиеся закрепляют знания при помощи предложенных разработанных игр и упражнений.

Цели урока: Познакомить учащихся с особенностями семейства крестоцветных, увеличить и расширить количество знаний о многообразии крестоцветных, научить распознавать и определять представителей семейства капустных.

Тип урока: Комбинированный.

Вид урока: Получения новых знаний.

Образовательные задачи: Ознакомление с главными признаками семейства крестоцветных, определить практическое значение этих растений в жизни человека [21].

Развивающие задачи: Развивать навыки самостоятельной работы и познавательный интерес учащихся, формировать умения сравнивать полученные знания, обобщать и делать выводы. Учить объективно оценивать свои знания.

Воспитательные задачи: Выработать навык осознанно трудиться над поставленной задачей, воспитывать наблюдательность, внимание, экологическую культуру у школьников.

Задачи формирования УУД (Универсальных учебных действий).

Познавательные УУД:

-Умение формулировать тему и проблему урока.

-Умение добывать новые знания, делать выводы в результате совместной работы класса и учителя; поиск и выделение нужной информации; анализ объектов с целью выделения признаков.

-Умение проводить сравнительный анализ.

Коммуникативные УУД:

-Умение интегрироваться в группу, взаимодействовать.

-Развивать умение слушать и понимать речь других, высказывать свое мнение и аргументировать свой ответ.

-Осуществлять совместную познавательную деятельность в группах.

-Оформлять свои мысли в устной форме.

Личностные УУД:

-Развивать умение высказывать свою точку зрения, проявлять познавательный интерес к изучению процессов, происходящих внутри растительного организма.

Регулятивные УУД:

-Умение определять цель деятельности на уроке (собственная целевая установка).

-Умение проговаривать последовательность действий на уроке;

-Умение подводить итоги своей деятельности на уроке.

-Умение оценивать свои учебные действия.

Методы обучения: словесные, наглядные, проблемный, практический.

План на первый урок на тему: «Семейство Крестоцветные».

1. Вопросы перед разбором новой темы (2 минуты)
2. Основная характеристика Крестоцветных (8 минут).
3. Систематика (5 минут).
4. Анатомия растений (5 минут).
5. Ареал семейства (10 минут).
6. Закрепление знаний (10 минут).

Ход урока.

Вопросы перед разбором новой темы.

1. Каких особенности двудольных растений вы можете назвать?
2. Каких представителей двудольных вы знаете?
3. К какому классу относится капуста?

Основная характеристика Крестоцветных.

Сегодняшний урок мы посвятим семейству крестоцветных, относящихся к классу двудольных. Ознакомимся с характеристикой семейства и расширим свои знания о значении этих растений в жизни человека.

К семейству крестоцветные (альтернативное название – капустные) принадлежит около трех тысяч видов, известными представителями являются горчица, сердечник, репа, хрен, салат и другие овощи и зелень, а также многие сорняки: пастушья сумка и сурепка. Крестоцветные – это в основном многолетние, двулетние и однолетние травянистые растения. В данном семействе могут встретиться полукустарнички, а также несколько видов кустарников.

Первая биологическая особенность капустных: они широко представлены монокарпичными растениями, то есть видами, которые цветут и плодоносят всего один раз в жизни, а затем отмирают после созревания семян.

Второй биологическая особенность крестоцветных: в семействе часто можно встретить двулетние растения.

Третья биологическая особенность: у всех крестоцветных цветок состоит из четырех чашелистиков и лепестков, шести тычинок и одного пестика. Плод у капустных представлен стручком или стручочком, отличающихся по размеру и форме.

У Крестоцветных листья с сетчатым типом жилкования, стержневая корневая система с ярко выраженным главным корнем с боковыми корнями. Цветки обычно собраны в соцветия типа кисть.

Систематика.

Царство: Растения.

Отдел: Покрытосеменные (Magnoliophyta).

Класс: Двудольные (Magnoliopsida).

Порядок: Капустоцветные (Brassicales).

Семейство: Крестоцветные (Brassicaceae).

Крестоцветные включают в себя множество родов, вот некоторые из них: *A Armoracia* (хрен), *B Barbarea* (сурепка), *C Brassica* (капуста), *D Bunias* (свербига), *E Capsella* (пастушья сумка), *F Raphanus* (редька), *G Sinapis* (горчица), *H Sisymbrium* (гулявник).

Морфология растений.

План строения цветка семейства однообразен, отличия только в размерах и окраске лепестков венчика.

Цветки у крестоцветных актиноморфные (могут быть разделены вертикальной плоскостью, на одинаковые половины), обоеполые, двучленные, с двойным околоцветником.

Чашечка состоит из четырех свободных чашелистиков, которые располагаются в два круга и плотно прижаты к лепесткам во время цветения. У некоторых видов в основании чашелистиков появляются вздутия и углубления для нектара.

Венчик: четыре раздельных, чаще желтых или белых, изредка розовых или фиолетовых лепестка, которые занимают промежутки между чашелистиками. Лепестки с длинными ноготками и расположены в один круг. У некоторых растений лепестки немного отличаются по размерам.

Андроцей (совокупность тычинок, тычинки являются носителями мужской наследственности) крестоцветных в основном состоит из шести тычинок, расположенных в два круга: две короткие тычинки образуют внешний круг, имеют более короткие нити, а четыре более длинные находятся во внутреннем круге, размещены двумя парами, чередуясь с тычинками наружного круга, нити более длинные. В основании тычинок нередко расположены нектарники.

Гинецей (совокупность пестиков в цветке) образован двумя

сросшимися плодолистиками с продольной перегородкой.

Ареал семейства.

Распространение семейства капустных охватывает большую часть Земли, однако виды семейства наиболее часто встречаются в умеренных и холодных областях Северного полушария.

Во флоре нашей планеты семейство представлено примерно 3200 видами, относящимися к 380 родам. По данным «The Plant List» крестоцветных насчитывают уже более 4 тысяч видов [35]. В России встречается около 800 видов из 130 родов. Наибольшее видовое и родовое разнообразие находится в Средиземноморской и Ирано-Туранской областях (Передняя Азия), что позволяет говорить о них, как о регионах формирования и становления этого семейства.

Крестоцветные приспособлены к произрастанию в экстремальных условиях. Некоторые представители рода крупка (*Draba*) встречаются на крайнем севере могут достигать 5700 м над ур. м., они являются пионерами растительного покрова, так же как и лишайники. Другие крестоцветные являются жителями степей, пустынь и полупустынь. Капустные также хорошо представлены в лесах, на увлажненных местах и даже в воде.

Таким образом, крестоцветные могут успешно приспосабливаться к различным местообитаниям.

Закрепление темы с помощью упражнений.

Для того, чтобы закрепить информацию по данному уроку было разработано несколько упражнений, направленных на активную деятельность учащихся. Задания были разработаны на платформе Learning Apps.org

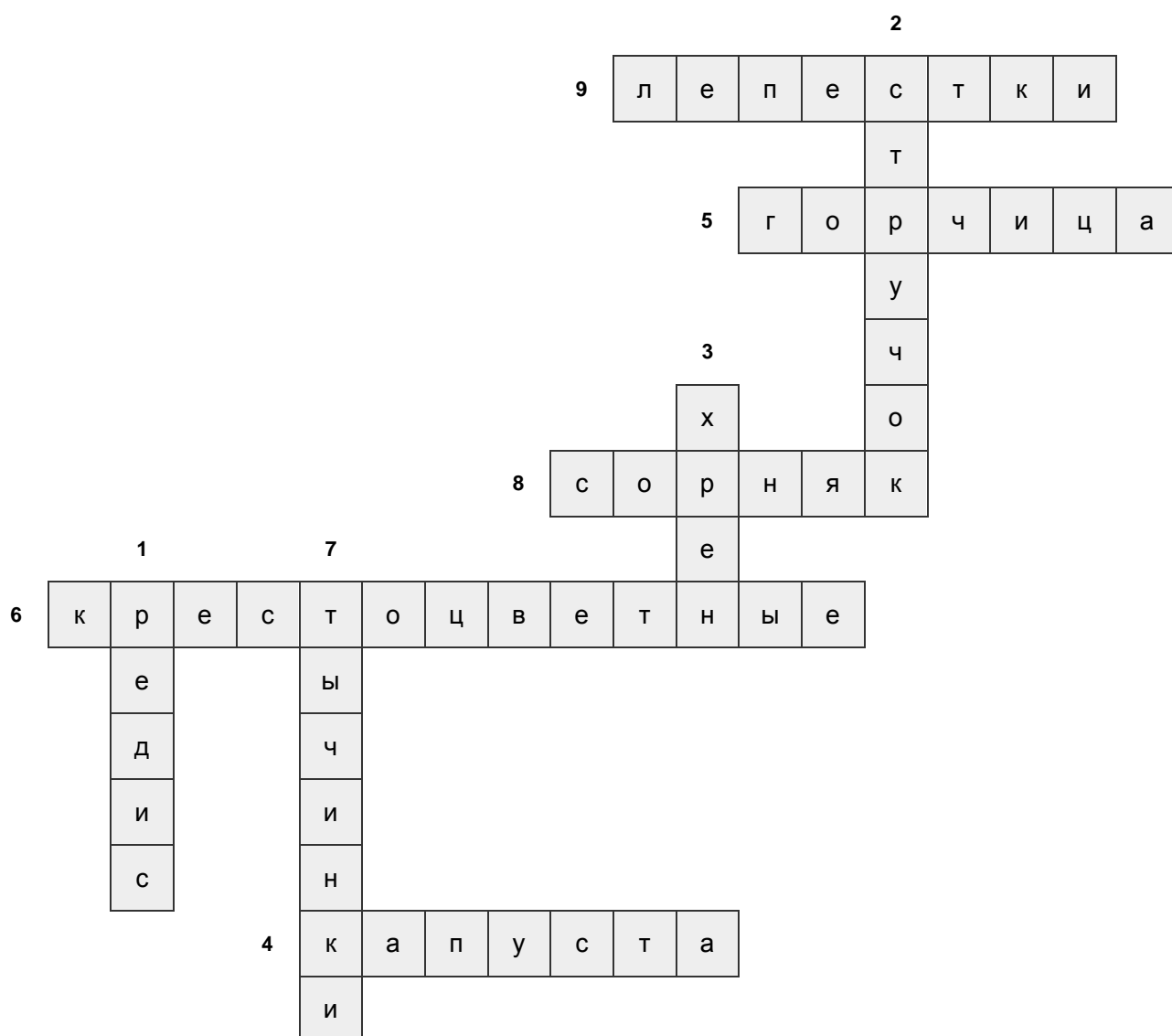
1. Упражнение «Крестоцветные ли?»

Цель: Необходимо определить, относятся ли появляющиеся изображения к изучаемому на этом уроке семейству. В левом поле необходимо расположить крестоцветные, а в правом все остальные, в каждом блоке по пять фотографий. Благодаря данному упражнению запоминается

внешний вид и особенности семейства. Время на решение упражнения не более 5 минут. Ссылка на разработанное упражнение указана в списке литературы [17].

2. Упражнение «Кроссворд по крестоцветным»

Цель: Закрепить термины, названия и описания растений. Помочь учащимся лучше ориентироваться в строении растений. На выполнение кроссворда выделяется не больше 10 минут.



1. Одно из самых ранних овощных растений. Благодаря быстрому росту, от посева до созревания проходит 30 – 40 дней
2. Один из типов плода крестоцветных, меньше стручка.
3. Применяется в лечебных целях, а также как приправа

4. Самое распространенное и популярное растение семейства крестоцветных
5. Масличное растение, используется как приправа, а из порошка делаются лечебные средства
6. Название семейства, в которое входят такие виды, как редька, горчица и капуста
7. Часть цветка, формирующая пыльцу.
8. Дикорастущие растения, которые наносят вред сельскому хозяйству.
9. Их четыре, и они расположены крестообразно.

План на второй урок «Семейство Крестоцветных».

1. Проблемная ситуация (2 минуты)
2. Повторение изученного материала (3 минут).
3. Значение Крестоцветных и их использование (20 минут).
4. Сорняки (5 минут).
5. Закрепление материала (10 минут).

Ход урока

Проблемная ситуация

К уроку необходимо подготовить растение хрен, во время урока он показывается учащимся, им необходимо будет вспомнить что это за растение, и какие у него есть особенности.

Повторение изученного материала.

Семейство крестоцветных включает больше трех тысяч видов. Всем растениям этого семейства свойственны общие признаки. Выделяют такие признаки: цветки имеют однообразное строение, лепестки располагаются крестообразно, чашечка имеет в строении 4 чашелистика, венчик состоит из 4 лепестков, так же в составе цветка находятся тычинки, где четыре являются длинными, а две короткими и в наличии дополнительно находится один пестик.

Соцветием является кисть (но сначала это щиток, где в процессе

развития растения цветка щиток превращается в кисть). Плодами являются стручки или стручочки (короткие стручки).

Значение Крестоцветных и их использование.

Крестоцветные имеют огромное хозяйственное значение. Они представлены кормовыми, овощными, масличными и медоносными культурами. Самым известным растением этого семейства является капуста. Это одно из самых важных овощных растений. Раскопки археологов говорят о том, что капуста стала использоваться людьми со времен каменного и бронзового веков. Возделывать капусту начали древние египтяне, греки и римляне. Пифагор очень ценил лечебные и другие полезные свойства капусты и занимался ее селекцией. О.П. Декандоль в 1822 году насчитывал до тридцати сортов, а сейчас это число увеличилось до нескольких сотен.

Некоторые исследователи, в том числе и Ч. Дарвин считают, что от капусты огородной произошли все дальнейшие культурные формы капусты, другие же исследователи отмечают возможность происхождения от лесной капусты, другие думают, что современные сорта капусты произошли от средиземноморских видов. Ни одно растение, кроме капусты за несколько тысяч лет не предоставило человечеству такой огромный материал для отбора.

Наиболее популярна в данное время капуста огородная, чьи сорта и формы в огромных количествах повсеместно выращиваются. Это вид, в процессе селекции дал возможность получить бесчисленное число сортов. Капусту огородную, используют в качестве лекарственного сырья, так как она содержит огромный комплекс витаминов; а также каротин, белки, полисахариды минеральные соли. В медицине сок из листьев капусты используют при лечении язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, гастритов и колитов. Капуста также содержит сульфорафан, который обладает противораковым и антибактериальным эффектами.

Неоспоримы вкусовые качества таких сортов как кольраби, брокколи, цветная капуста (рис. 5 в прилож.). Например, кольраби из-за высокого

содержания в мякоти глюкозы и фруктозы является очень ценящимся диетическим продуктом. Стоит упомянуть, что кольраби так же содержит в себе соединения серы, калиевые соли, витамины группы В (1,2), фосфорную и аскорбиновую кислоты, что еще раз доказывает ее полезные свойства и диетическую направленность.

Мякоть кольраби содержит витамина С намного больше, чем лимон или апельсин. На вкус же похожа на капустную кочерыжку, но имеет более сочный и сладкий вкус, без жгучего привкуса, как у белокочанной капусты.

Цветная капуста ценится за вкусовые и диетические качества, а благодаря тонкой клеточной структуре, усваивается организмом лучше других сортов культуры. Она наиболее полезна при болезнях желудочно-кишечного тракта и активно используется в детском питании. Цветная капуста содержит антираковые компоненты, а также флавоноид, который укрепляет иммунную систему и снижает риск возникновения заболеваний сердца и инфарктов.

Местные сорта растений ценятся населением отдельных стран. Так, например, в южной и восточной части Азии были окультурены такие растения, как капуста пекинская и китайская.

Очень популярными и известными являются такие овощи как редька и редис (*Raphanus sativus*), репа (*Brassica rapa*) и брюква (*Brassica napus var. napobrassica*). Редис созревает рано, в нем высокое содержание ряда важных для человека витаминов, это привело к тому, что он стал популярен в тех областях, где людям необходимо восстанавливать свой иммунитет после затяжной зимы.

Редис так же был одним из первых на Международной космической станции культурным растением, которое было возвращено в космосе.

Брюква имеет высокое содержание кальция, за счет этого служит лекарством для больных, которые страдают размягчением костной ткани. У этого растения есть и особенная культурная ценность, например, в швейцарском городе Рихтерсвиле в честь этого растения каждый год во

вторую субботу ноября проходит праздник под названием Raben-Chilbi. В 8 вечера весь город освещается только фонариками из полых брюкв, на которых вырезаны узоры.

Крестоцветные используются как острые приправы, например, хрен (*Armoracia rusticana*), также он обладает лечебными свойствами и является одним из лучших противоязвенных растений. Еще одним представителем крестоцветных, используемых в качестве острой приправы и ароматизатора, является горчица сарептская (*Brassica juncea*) и черная (*Sinapis nigra*).

Салатную зелень дает кресс-салат (*Lepidium sativum*) (рис. 7 в прилож.), который выращивают на Кавказе. Его используют как растительное сырье, пряно-вкусовое и лекарственное растение. Свежие листья имеют приятный терпкий, горький и острый вкус, который напоминает хрен или редьку. Кресс-салат можно использовать как лекарственный препарат, он повысит качество пищеварения, сна, окажет противомикробное и мочегонное действие, возбудит аппетит, так же понижает кровяное давление, лечит заболевания дыхательных путей. Его сок применяют как ополаскиватель для горла и при кашле. Благодаря содержанию аскорбиновой кислоты, применяется как противоязвенное средство, а порошок из толченых семян используют как горчичники.

Съедобными являются молодые побеги крестоцветных, растущих в дикой среде, такими являются ложечница, индау, жеруха, сурепка, а как овощ в Китае уже более 100 лет разводят пастушью сумку. Некоторые масличные имеют немалое значение для хозяйства, ими являются такие культуры, как рапс, виды горчиц (сарептская, черная, белая), катран абиссинский, рыжик. В умеренных широтах рапс является наиболее урожайным, т.к. его семена содержат в себе более 48% масел. Рапс используется в таких процессах, как закаливание стали, где после обработки масло отлично образует фактис (каучукообразная масса) в процессе вулканизации, далее эту массу применяют при производстве стирательных резинок и так же для того, чтобы смягчить твердые каучуки. Далее, масло

рапса нашло свое применение не только в сфере производства каучуков, но и в приготовлении некоторых блюд (в том числе и маргарина), задевает мыловаренную, металлургическую, текстильную (в том числе кожевенная) промышленности. Находит применение шрот из рапса в качестве пищевой основы для разнообразных премиксов и комбикормов в сфере животноводства.

Рапс являет медоносом, его медопродуктивность составляет до 50 килограмм с гектара посевов. Мед белый, реже желтый. Это один из наименее ценных сортов меда, он непригоден для зимовки пчел. Большое распространение этой культуры за последние годы привело к массовой гибели диких и культурных пчел.

Горчица сарептская (рис. 9 в прилож.) – растение травянистое, является однолетним. Юго-Западная часть Азии является его родиной, по крайней мере так считают эксперты. В Российской Федерации наибольшее распространение данный вид получил так же в Юго-Западной части страны, задевая такие области, как Ростовская, Саратовская и т.д.

Это одна из масличных культур, которая также является хорошим медоносом, а иногда высевается в качестве зеленого удобрения и на корм молочному скоту. Из-за содержания в жмыхе раздражающих пищеварительные органы веществ (синигрин, глюкозид), он может быть использован в качестве корма скоту только в ограниченных количествах.

Горчичное масло находит свое применение в таких областях промышленности как хлебопекарная, где для производства сдобного теста из всех представленных желательно выбирать горчичное (сюда же можно отнести и кондитерскую отрасль), консервная промышленность (для производства продуктов высшего качества), так же мыловаренная, парфюмерная, текстильная и фармацевтическая промышленности используют в своих технических процессах получения продукта масло горчицы.

Одной из самых известных приправ к блюдам, содержащем с себе

мясо, или которые являются супом или овощным блюдом является столовая горчица. Данную приправу производят из жмыха семян, которые ранее были обезжирены. Горчичное семя в этом случае молят до порошкообразного состояния и используют как приправу к горячим и холодным блюдам. Активно используются и молодые листья горчицы, которые добавляют в свежем виде в салаты или используют как гарнир. Горчица способствует возбуждению аппетита и увеличивает количество выделения желудочного сока.

Самое известное лекарственное средство из горчицы – горчичники, их изготавливают из порошка жмыха семян. Горчичники используются как согревающее и отвлекающее средство, которое вызывает прилив крови и углубляет дыхание при воспалении легких, невралгиях, для рефлекторного воздействия на функцию кровообращения, при гипертонических кризисах, угрожающем инсульте и стенокардии.

Сорняки.

Среди крестоцветных так же известен ряд растений, которые являются сорняками. Ими являются, например, сурепка обыкновенная, дикая редька, гулявник, желтушник левкойный – эти растения имеют в своем строении стручки, а вот теми, которые не имеют, являются некоторые виды рыжика, крупки, так же сюда относится пастушья сумка, икотник и ярутка полевая.

В нашей стране, сорными крестоцветными по большей части являются виды однолетних растений, но они обладают запасами большой энергии размножения семенами, что очень сильно препятствует борьбе с этими видами. Например, одно растение гулявника производит от 5,5 до 105 тысяч семян (зафиксированы случаи, когда количество семян переваливало отметку в 700 тысяч), далее, пастушья сумка – от 1,5 до 65 тысяч семян в расчете на один экземпляр растения. В случае, если произрастание сорняков имеет массовый характер, то при попадании в почву этого количества в сумме получается огромная величина. Если семена имеют способность сохранять свою всхожесть долгое время и не вступать в фазу роста моментально, то при

непринятии каких-либо предупредительных мероприятий поле может быть под большой угрозой засорения. Есть виды крестоцветных (пастушья сумка), которые могут в течении года произвести несколько поколений с семенами. Самым вредным сорняком, который покрывает поля от и до является сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*).

Закрепление материала.

Для того, чтобы закрепить информацию по данному уроку было разработано несколько упражнений, направленных на активную деятельность учащихся.

1. Тест на проверку полученных знаний.

Вариант 1.

Вопрос 1.

Какое самое известное растение среди крестоцветных?

- А) Брюква
- Б) Капуста
- В) Картофель
- Г) Земляника

Вопрос 2.

Какое из перечисленных растений не относится к семейству крестоцветных?

- А) Редис
- Б) Брюква
- В) Капуста
- Г) Редька
- Д) Пастушья сумка
- Е) Картофель

Вопрос 3.

К крестоцветным относятся преимущественно:

- А) Однолетние травы
- Б) Двухлетние травы

- В) Трехлетние травы
- Г) Многолетние травы
- Д) Кустарники
- Е) Деревья

Вопрос 4.

Правильно ли утверждение: «Все капустные имеют простые листья?»

- А) Да
- Б) Нет

Вопрос 5.

Сколько тычинок в цветке крестоцветных?

- А) 1
- Б) 2
- В) 4
- Г) 6

Вопрос 6.

Плоды крестоцветных – это:

- А) Всегда многосемянные, вскрывающиеся стручки
- Б) Разного типа стручки и стручочки
- В) Ягода, боб, стручок
- Д) Вскрывающиеся и нескрывающиеся стручочки

Вопрос 7.

Какое количество лепестков у цветка крестоцветных?

- А) 2
- Б) 4
- В) 6
- Г) от 6 до 8

Вопрос 8.

Какое количество видов в семействе насчитывается на данный момент?

- А) Около трех тысяч
- Б) Пару сотен

В) 10000

Г) 150

Вопрос 9.

Все крестоцветные:

А) Однодольные

Б) Двудольные

В) Разноспоровые

Г) Голосеменные

Вопрос 10.

Сколько тычинок у цветков крестоцветных?

А) 4

Б) 6

В) 5

Ответы:

1. Б)

2. Е)

3. Б)

4. Б)

5. Г)

6. Б)

7. Б)

8. А)

9. Б)

10.Б)

Вариант 2.

Вопрос 1.

Общим признаком для семейства крестоцветных является:

А) Плод: стручок или стручочек

Б) Мочковатая корневая система

В) Соцветие: корзинка листьев

Вопрос 2.

К сорнякам из семейства крестоцветных относится:

- А) Брюква обыкновенная
- Б) Турнепс
- В) Левкой
- Г) Сурепка обыкновенная

Вопрос 3.

К крестоцветным относятся преимущественно:

- А) Однолетние травы
- Б) Двухлетние травы
- В) Трехлетние травы
- Г) Многолетние травы
- Д) Кустарники
- Е) Деревья

Вопрос 4.

Какое из перечисленных растений не относится к семейству крестоцветных?

- А) Редис
- Б) Брюква
- В) Капуста
- Г) Редька
- Д) Пастушья сумка
- Е) Картофель

Вопрос 5.

Установите соответствие между растением и его практическим значением.

Растение:

- А) горчица
- Б) брюква
- В) рыжик

Практическое значение:

- 1) масличные
- 2) кормовые

Г) турнепс

Д) рапс

Е) репа

А	Б	В	Г	Д	Е

Вопрос 6.

Какое количество лепестков у цветка крестоцветных?

А) 1

Б) 3

В) 4

Г) от 2 до 3

Вопрос 7.

Какое количество видов в семействе насчитывается на данный момент?

А) Около трех тысяч

Б) Пару сотен

В) 10000

Г) 150

Вопрос 8.

Все крестоцветные:

А) Однодольные

Б) Двудольные

В) Разноспоровые

Г) Голосеменные

Вопрос 9

Соцветие крестоцветных:

А) Чашечка

Б) Кисть

В) Лодочка

Вопрос 10.

Сколько тычинок у цветков крестоцветных?

А) 4

Б) 6

В) 5

Ответы:

1. А)

2. Г)

3. Б)

4. Е)

5. АБВГДЕ

121212

6. В)

7. А)

8. Б)

9. Б)

10.Б)

2. Опрос на пройденную тему

В конце урока, если осталось время, можно провести опрос на пройденную тему для повторения и закрепления изученного материала.

Вопрос 1.

Можете ли вы сказать, почему семейство Крестоцветные получило такое название?

Примерный ответ:

Название семейства связано с особенностями строения цветка, ведь его четыре лепестка располагаются крестообразно.

Вопрос 2.

Вам нужно догадаться, о каком овоще пойдет речь, используя как можно меньше подсказок:

Великий полководец Александр Македонский приказывал своим войнам есть этот овощ. По его мнению, он добавлял им более высокую выносливость, силу и храбрость. Джеймс Кук – знаменитый мореплаватель из Англии, считал, что данный овощ прогоняет разнообразные болезни из человека и тем самым спасает жизнь моряка. Этот овощ очень хорошо идет в сочетание с другими овощами (помидоры), так же фруктами (яблоки) и травянистыми формами растений (тмин, лук). Стоит упомянуть, что он прекрасно влияет на обменные процессы в организме, предупреждает ревматизм и разнообразные желудочные заболевания, так же подойдет для болеющих сахарным диабетом. От колонистов греко-римской империи древние славяне переняли эту овощную культуру и его название, слегка переименовав его название на русский лад.

В данном задании ответом является капуста.

Заключение

В школьной программе по биологии семейство крестоцветных, в зависимости от учебника, может не изучаться, либо изучается, но в недостаточном объеме.

Поэтому, в первом случае необходимо ознакомить обучающихся с этим чрезвычайно интересным семейством, во втором, — расширить и углубить знания о нем. Несомненно, крестоцветные очень высокоспециализированное и одновременно древнее семейство растений, которое сочетает в себе ряд продвинутых признаков, таких как полное срастание плодолистиков, наличие однолетних жизненных форм в разнообразных родах, узкой специализации соцветий, так же у крестоцветных наблюдается редукция прицветничков и прицветников.

Семейство крестоцветных распространено почти по всей Земле, включает как дикорастущие, так и окультуренные виды. Для всех растений характерно похожее строение цветка и плода.

Крестоцветные имеют огромное значение в природе и для человека. Они применяются как овощные, кормовые, масличные, медоносные, лекарственные растения, применяются в парфюмерии. Многие крестоцветные – сорняки, засоряющие посевы культурных растений.

Большинство видов семейства являются распространенными и доступными, благодаря чему их можно изучать на уроках на живых экземплярах, а не только по учебникам и гербариям. Такие наблюдения помогают закрепить полученные в процессе обучения знания. Такой подход помогает разнообразить учебный процесс, способствует повышению интереса к природе, учащиеся испытывают положительные эстетические чувства, что делает их жизнь интереснее и содержательнее. Изучение крестоцветных в школьном курсе биологии имеет огромное образовательное, развивающее и практическое значение.

В связи с этим, для углубления знаний обучающихся о представителях

семейства крестоцветных в данной работе предлагаются комбинированные уроки «Семейство Крестоцветные». Введение таких занятий в школьную учебную практику повысит эффективность учебного процесса, расширит кругозор учащихся, послужит дальнейшему воспитанию любви к родной природе.

Список источников и литературы

1. А. А. Федоров. «Жизнь растений в шести томах» под редакцией А. Л. Тахтаджана. Т. 5. - Москва. Просвещение. 1980.
2. Абрикосов Х. Н. и др. Рапс // Словарь-справочник пчеловода / Сост. Федосов Н. Ф.. — М.: Сельхозгиз, 1955. — С. 314.
3. Андреева И.И., Родман Л.С. Ботаника. - 2-е изд, перераб. и доп. -М.: Колос, 2009.- 488с.6 ил.
4. Белая Г.А., Морозов В.Г. Учебная практика по ботанике: Методическое пособие по систематике высших растений. - Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2003.- 27 с.
5. Биологический энциклопедический словарь. Гл. ред. М. С. Гиляров; Редкол.: А. А. Бабаев, Г. Г. Винберг, Г. А. Заварзин и др. — 2-е изд., исправл. — М.: Сов. Энциклопедия, 1986
6. Биология: систематика растений. Учебно-методическая часть./ Сост.: И.Е.Ямских, канд. биол. наук, доцент кафедры биогеоценологии, КрасГУ. - Красноярск, 2006 -- 63 с.
7. Ботаника: в 4 т. Т. 4. Систематика высших растений / Под ред. А.К. Тимонина - М.: Академия, 2009. - 352 с.
8. Ботанико-фармакогностический словарь: Справ. пособие / К. Ф. Блинова, Н. А. Борисова, Г. Б. Гортинский и др.; Под ред. К. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева. — М.: Высш. шк., 1990. — С. 220—221. — ISBN 5-06000085-0.
9. Вехов В.Н., Губанов И.А., Лебедева Г.Ф. Культурные растения СССР
10. Губанов И. А. и др. Дикорастущие полезные растения СССР / отв. ред. Т. А. Работнов. — М.: Мысль, 1976. — С. 142. — 360 с. — (Справочники-определители географа и путешественника).
11. Дорофеев В.И. Крестоцветные (Cruciferae Juss.) Европейской России // Turczaninowia, 2002. - 5(3). - С. 5-114

12. Дудченко Л. Г., Козьяков А. С., Кривенко В. В. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Отв. ред. К. М. Сытник. — К.: Наукова думка, 1989. — 304 с. — 100 000 экз.
13. Еленевский А. Г. Ботаника. Систематика высших, или наземных, растений: учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений / А. Г. Еленевский, М. П. Соловьева, В. Н. Тихомиров. — 4-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 464 с.
14. Жизнь растений. В 6-ти т. / Гл. ред. Ал. А. Федоров. Т. 5. Ч. 2. Цветковые растения / Под ред. А. Л. Тахтаджяна. - М.: Просвещение, 1980. - 576 с.
15. Зерно хлебных, бобовых и масличных культур / Ф. Н. Коровин. - Москва : Пищевая промышленность, 1964. - 463 с.
16. Зернов А.С. Флора Северо-Западного Кавказа. - Товарищество научных изданий КМК. 2006. 664 с. с ил.
17. Классификация // LearningApps [Электронный ресурс]. URL: <https://learningapps.org/watch?v=pntjwqedc18> (дата обращения: 27.03.2019). [Режим доступа]
18. Классификация высших растений: Метод. Указания по ботанике / Авт. - сост. Г.И. Зубкевич, Т.А. Сауткина, В.В.Черняк. -Мн.: БГУ, 2002. - 34с.
19. Комарницкий Н. А. и др. Ботаника (систематика растений). — 7-е изд., перераб. — М.: «Просвещение», 1975. — 608 с.
20. Красная книга Липецкой области. Растения, грибы, лишайники / Под ред. В.С. Новикова. - Москва: КМК, 2005. - 510 с.
21. Лернер И.Я. Дидактическая система методов обучения. -М., Знание, 1976.—64с.
22. Определитель высших растений Башкирской АССР.Ю.Е. Алексеев, А.Х. Галеева, И.А. Губанов и др.,М.: Наука, 1989. — 375 с.
23. Пасечник В.В. Биология. Бактерии, грибы, растения. 6 класс. 14-е изд. — М.: 2011.

24. Редкие виды сосудистых растений Липецкой области. Кадастр / Л.Н. Скользнева, М.В. Казакова, Н.Ю. Хлызова, Е.А. Стародубцева, Т.В. Недосекина. - Воронеж: Воронеж. Гос. Ун-т, 2009. - 124 с.
25. Рензяева Т. и др. Новые виды крекера с использованием рыжикового масла // Хлебопродукты. — 2008. — № 8.
26. Сапегин Л. М. Ботаника. Систематика высших растений: Учебное пособие для студентов ВУЗов. – Мн.: Дизайн ПРО, 2004. – 248 с.
27. Сизова Н.В., Проскурин А.А., Пикулева И.В., Чикунова Т.М. Состав и биологическая активность масла *Camelina sativa* (L.) Crantz // Сырье и упаковка : журнал. — 2002. — № 9(28). — С. 20—21.
28. Синская, Е. Н. Род 649. Капуста — *Brassica* // Флора СССР / Ботан. ин-т АН СССР; Гл. ред. акад. В. Л. Комаров; Ред. VIII тома Н. А. Буш. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1939. — Т. VIII. — С. 459—466.
29. Систематика высших растений [Текст] : краткий курс лекций / В. А. Дырин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Томский гос. пед. ун-т" (ТГПУ). - Томск : Изд-во ТГПУ, 2014-. - 21 см. Ч. 2: Покрытосеменные. - 2017. - 198, [40] с.
30. Тутаюк В.Х. Анатомия и морфология растений. – М.: Высш. шк., 2006. – 317 с.
31. Федоров А.А. «Флора Европейской части СССР». Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. 1979. — 355 с.
32. Хржановский В. Г. Курс общей ботаники (систематика растений): Учебник для сельхозвузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1982. – 544 с.
33. Шостаковский С. А. Систематика высших растений. – М.: Высш. школа, 1970. – 352 с.

34. Энциклопедия биологии [Электронный ресурс]. // URL: http://enc-dic.com/enc_biology (Дата обращения 27.03.19) [Режим доступа]

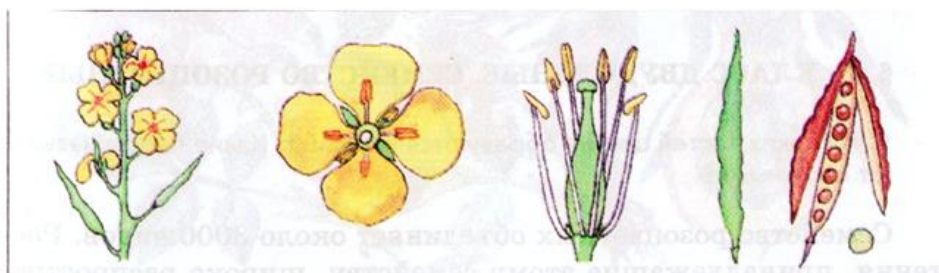
35. Brassicaceae // The Plant List [Электронный ресурс]. URL: <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Brassicaceae/> (дата обращения: 27.03.2019). [Режим доступа]

Приложение



Рис.1. Общие признаки крестоцветных

Строение цветка и плода крестоцветных



Цветки правильные с крестообразно расположенными лепестками, чашечкой из 4 чашелистиков, венчиком из 4 лепестков, с 6 тычинками (2 короткие и 4 длинные) и 1 пестиком.

Формула цветка: $*K_{2+2}C_4A_{2+4}G_{(2)}$

Плоды- стручки или стручочки, т.е. короткие стручки. Длина стручков не более чем в 2-3 раза превышает ширину.

Рис. 2. Строение цветка и плода крестоцветных

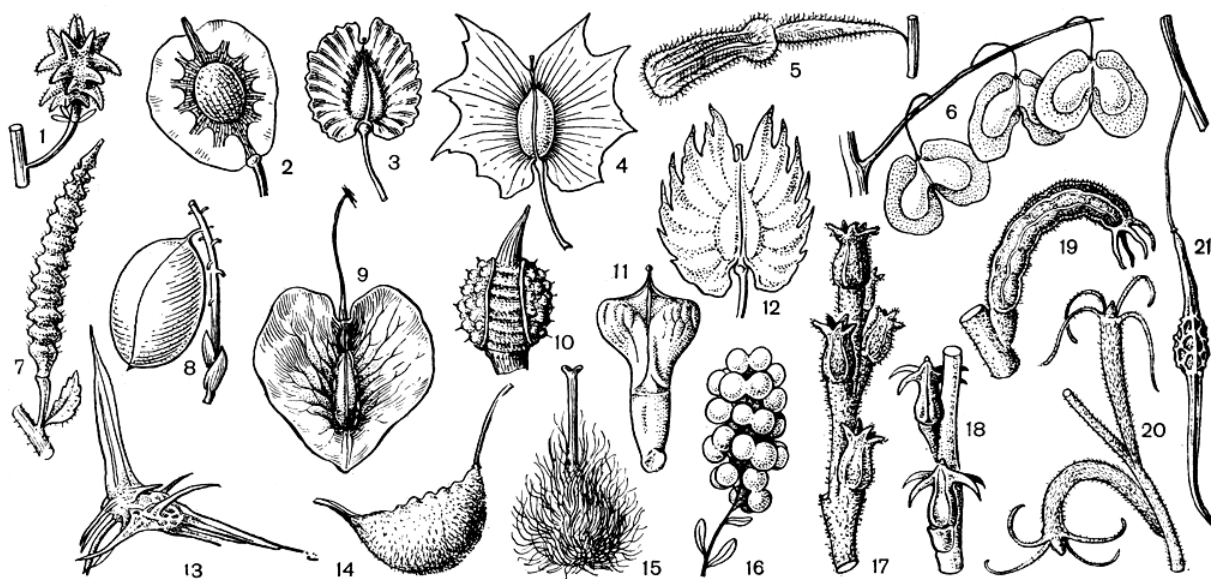


Рис.3. Различные формы плодов у крестоцветных. 1 - мурикария простертая (*Muricaria prostrata*); 2 - тизанокarpus кривоногий (*Thysanocarpus curvipes*); 3 - крылотычинник красивенький (*Acthionema pulchellum*); 4 - крылотычинник арабский (*A. arabicum*); 5 - вайда птицеклювая (*Isatis ornithorhynchus*); 6 - крупноплодник гигантский (*Megacarpaea gigantea*); 7 - энартрокарпус изогнутый (*Enarthrocarpus arcuatus*); 8 - пузыреплодник пузырчатый (*Coluteocarpus vesicaria*); 9 - вайда Бессера (*Isatis besseri*); 10 - крепкоплодник сирийский (*Euclidium syriacum*); 11 - полевка пронзеннолистная (*Myagrum perfoliatum*); 12 - крылотычинник складчатый (*Acthionima diastrophis*); 13 - пугиониум рогатый (*Pugionium cornatum*); 14 - таушерия волосистоплодная (*Tauscheria lasiocarpa*); 15 - шерстоплодник Лемана (*Lachnoloma lehmannii*); 16 - двойчатка Федченко (*Didymophysa fedtschenkoana*); 17 - тетракмидион бухарский (*Tetracmidion bucharicum*); 18 - тетракмидион якорный (*T. glochidiatum*); 19 - тетракме памирский (*Tetracme pamirica*); 20 - тетракме загнутый (*T. recurvata*); 21 - тетракме длинноногий (*T. longicauda*).



Рис.4. Крестоцветные. Морская горчица (*Cakile maritima*): 1 - общий вид растения; 2 - плоды. Ланцетная горчица (*Cakile lanceolata*): 3 - ветвь с плодами.

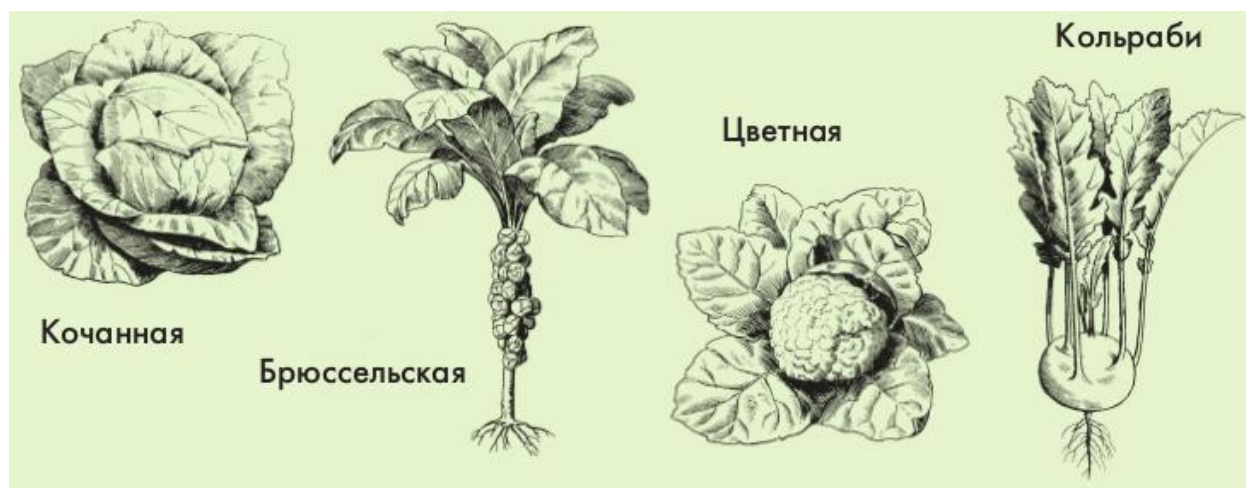


Рис.5. Виды капусты

Представители:



редис



репа



брюква



редька



горчица



хрен



Рис.6. Представители семейства крестоцветные



Рис.7. Кресс-салат (*Lepidium sativum*)



Рис.8. Катран морской (*Crambe maritima*)



Рис.9. Горчица сарептская (*Brassica juncea*)



Рис.10. Рыжик посевной (*Camelina sativa*)



Рис.11. Желтушник левкойный (*Erysimum cheiranthoides*)



Рис.12. Лакфиоль (*Erysimum cheir*)



Рис.13. Пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris*)



Рис.14. Вайда красильная (*Isatis tinctoria*)



Рис.15. Сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*)